

# La genèse des métros sans conducteurs

*Bernard Félix*

**L**e recul est maintenant suffisant pour prendre une vue d'ensemble des évolutions que l'informatique a engendrées dans la vie contemporaine. Il est tout à l'honneur de Culture Technique d'avoir consacré ce numéro à ce sujet qui tient autant à l'histoire qu' à la technique et d'avoir cherché à dégager les grands traits de cette aventure d'à peine un demi-siècle. Dans un tel cadre, il est normal de considérer aussi l'apport de ces nouvelles techniques -informatique et automatique, nous ne les séparerons pas ici- à un important élément de la vie des citadins d'aujourd'hui, à savoir les transports urbains. Aussi notre propos sera-t-il de rappeler ici comment est né le métro automatique en France et qu'elle est son originalité. Ce sujet est vaste et nous ne l'aborderons que par quelques grands traits fondamentaux et par ceux de ces aspects qui nous sont plus particulièrement connus, laissant le lecteur intéressé se documenter éventuellement à d'autres sources.

C'est il y a vingt ans environ que les progrès techniques ont rendu possible la conception des métros automatiques - c'est-à-dire sans conducteur, totalement automatique. Auparavant il existait déjà et il existe toujours ce qu'on appelle le pilotage automatique et c'est par le rappel de ce que ces systèmes ont apporté que nous commencerons, avant d'en venir à la "conduite" sans conducteur.

## I - LE PILOTAGE AUTOMATIQUE

Ce qu'on appelle ainsi concerne des systèmes qui assurent en sécurité et suivant des programmes prédéterminés, la marche des rames de métros sur leurs voies. Ces systèmes évitent automatiquement le rattrapage d'une rame par une autre (anti-collision) et assurent le respect des vitesses imposées par le tracé (anti-survitesses). Ils peuvent provoquer d'autre part le démarrage des rames et leur arrêt en station suivant une régulation choisie par l'exploitant (départs programmés). Un agent à bord, toujours appelé conducteur, conserve un triple rôle :

- vérifier que l'embarquement des passagers en station se fait bien, contrôler la fermeture des portes et permettre le départ de la rame quand cette fermeture est complète,

- assurer une conduite manuelle en cas de défaillance du pilotage automatique ne permettant plus à ce dernier d'assurer ses fonctions habituelles (c'est l'homme qui se substitue alors à la machine),

- transmettre par radio à un PCC des informations sur la marche des rames et recevoir, le cas échéant, des consignes du PCC pour certaines opérations, particulièrement dans les cas, prévus ci-dessus, de conduite manuelle.

Dans cette perspective le conducteur ne "conduit" plus : il "observe" les quais, il "remplace" un matériel défaillant, il "informe" les chefs.

De tels systèmes, avec toutes les fonctions qui viennent d'être décrites ou seulement certaines d'entre elles, ont progressivement équipé les grands métros du monde occidental au cours des années 60 et 70 : le réseau urbain de Paris mais aussi beaucoup d'autres.

Ceci étant, quel a été le bilan exact de ce premier investissement d'automatismes dans les réseaux de métro?

a) le métier de "conducteur" s'est transformé; on reviendra sur ce fait qui n'a pas été bien senti par ses promoteurs à l'origine du pilotage automatique; disons cependant qu'un poste de travail étant maintenu dans la loge de conduite, il n'y a finalement aucune économie de personnel.

b) les performances du métro ont été un peu améliorées: les rames peuvent être plus rapprochées à l'heure de pointe, ce qui autorise la prise en charge d'un nombre plus élevé de passagers; le gain est relativement sensible et surtout la régularité de fonctionnement s'est améliorée (à titre d'exemple, il n'y a plus de dysfonctionnements liés à la disparité des modes de conduite individuels des conducteurs).

c) ce système a coûté assez peu cher au regard du prix des rames de métro elles-mêmes.

d) la sécurité des passagers a été en progrès : plus d'accidents -heureusement rarissimes- dus à des défaillances de conduite (alcoolisme, etc...)

Toutefois l'utilisation de l'homme placé dans la loge de conduite ne peut être considérée comme excellente. En effet :

- cet agent s'ennuie, ayant en général trop peu à faire;
- quand il devrait agir, il est incomplètement informé

(beaucoup de renseignements sur les causes de l'incident transitent par le PCC à travers le radiotéléphone);

- il réagit lentement, étant déshabitué à conduire, ou pire il réagit dans un sens contraire à la sécurité toujours pour la même raison (d'après les analyses faites, des accidents ont eu lieu pour cette cause).

D'où un certain malaise parmi les agents de conduite et, dans certains réseaux, certaines difficultés d'embauche. La crise liée au chômage au cours des années 80 a un peu masqué ce phénomène qui s'est cependant accentué par le relèvement important en 20 ans de la formation de base des ouvriers spécialisés et des techniciens. Bref, on trouve là tous les ingrédients qui peuvent être à l'origine de difficultés sociales.

## II - UN PAS DE PLUS DANS L'EVOLUTION TECHNIQUE: L'AUTOMATISME INTEGRAL

La fin des années 60 et le début des années 70 ont vu l'éclosion d'un grand nombre d'idées de techniques modernes dans le domaine du transport urbain. Peu ont franchi le cap industriel et notre propos n'est pas ici d'analyser les causes de beaucoup d'échecs et de certains succès. Mais nous chercherons d'abord à comprendre ce qui a poussé les inventeurs, les industriels et les pouvoirs publics à provoquer une telle floraison de recherches allant le plus souvent dans le sens de la suppression des conducteurs.

La première raison est d'abord une raison technique. L'automatique et l'informatique étaient en progrès important. Elles venaient de faire leurs preuves dans des domaines variés allant du grand public aux techniques spatiales (conquête de la lune). Elles permettaient, en quelques mots, le rassemblement, l'analyse et le traitement suivant des instructions pré-programmées d'un très grand nombre d'informations en temps réel et, partant de là, la télécommande simultanée d'un grand nombre de mécanismes. C'est bien ce qui doit intervenir dans la conduite d'un métro.

Aujourd'hui dans une ligne de métro VAL, toutes les deux secondes, sont collectées près de 8000 informations, disponibles dans les calculateurs et sur les écrans des opérateurs. Analysées, traitées, contrôlées, elles permettent 2000 télécommandes pour agir selon l'état du système: beaucoup plus de renseignements que le conducteur de métro n'en a dans sa loge de conduite ou que le régulateur de ligne n'en a au fond de son PCC.

Une meilleure information, par conséquent une capacité de décision rapide (les ordinateurs traitent les données reçues sans temps de réponse appréciable alors que le conducteur doit réagir à toute donnée nouvelle, réfléchir et enfin agir).

Et tout cela avec une sécurité accrue.

La seconde raison est une raison économique. C'est pour nous en tout cas, en France, la raison fondamentale qui a poussé à rechercher de tels progrès techniques.



1. Poste de commande centralisé du VAL à Lille  
 2. La première ligne du métro de Lille équipée du système VAL est ouverte au public en 1983

Rappelons en effet qu'à cette époque les transports publics urbains subissaient une grave crise. Leur déficit allait croissant, en partie pour des raisons politiques (on n'osait pas augmenter les tarifs, plus pour éviter le dérapage de l'indice des prix que pour des raisons purement sociales). Ce déficit mettait les exploitants dans un rôle de quémandeurs de subventions auxquelles ils étaient insuffisamment préparés et qui les amenaient :

- soit à dégrader le niveau de service, d'où récriminations du public, désaffection, etc.
- soit à chercher des économies dans tous les domaines (énergie, personnel, etc).

L'analyse des comptes d'exploitation montrait que les dépenses de personnel oscillaient suivant les réseaux autour de 70 % des dépenses totales. Comme le niveau des salaires croissait plutôt plus vite que celui des fournitures (pièces de rechange, énergie, etc), la situation ne pouvait qu'empirer. Il était donc logique de rechercher à diminuer le poste principal de dépenses, à savoir le poste de la main d'oeuvre.

Des économies avaient déjà été réalisées dans beaucoup de réseaux, notamment celui de Paris, très attentif à ce phénomène du déficit croissant. Deux séries de poste de travail avaient été touchées: les poinçonneurs des tickets à l'entrée des stations remplacés par des machines, après introduction des tickets à piste magnétique et les chefs de train qui surveillaient la montée des voyageurs (simple fonction qui a été remplie par le conducteur à partir de sa loge après qu'il ait été déchargé en grande partie des fonctions de conduite par le pilotage automatique). Ces deux réformes s'étaient plutôt bien passées. D'où l'idée qu'on pouvait aller plus loin et envisager la suppression des conducteurs.

Cette idée impliquait, pour aller jusqu'au bout, que l'on puisse aussi réaliser les manoeuvres en terminus de façon automatique. Ces opérations, parfois dangereuses, toujours lentes et délicates, sont toujours assez fortement consommatrices d'heures de main d'oeuvre. Or elles sont improductives en terme de km/passagers. Il fallait donc aussi que les automatismes s'en chargent. En réalité, dans une optique de réalisation progressive, c'est même par là qu'il aurait fallu commencer. Mais le problème ne s'est pas ainsi posé car c'est des réseaux neufs que le mouvement est parti et non des réseaux anciens qui n'ont plus opéré de réductions massives d'effectifs depuis quinze ou vingt ans (mais des gains de productivité ici et là non négligeables, notamment dans les ateliers d'entretien).

En définitive l'objectif d'économie initialement assigné aux techniques d'automatisme intégral a été tenu: gagner environ 30 % sur les coûts d'exploitation à contexte comparable du réseau. Mais les économies obtenues ont été aussi notables dans l'investissement initial. La réduction du gabarit et de la longueur des rames que facilite, à trafic donné, l'automatisme intégral en réduisant les intervalles entre trains, aboutit à des gains sur le budget de premier établissement qui sont de 10 à 30 % selon les tracés (l'influence est plus forte pour les tracés principalement souterrains).

La troisième raison est une raison commerciale: augmenter la sécurité des voyageurs.

A vrai dire, cette raison au départ a été jugée secondaire. On a souvent seulement fixé aux techniques d'automatisation intégrale de la marche des métros, l'objectif d'aboutir à une sécurité de même niveau que celle des meilleurs métros existants (le métro de Paris par exemple).

Mais la démonstration a été faite dès les premières applications (VAL à Lille par exemple) que la sécurité pouvait très sensiblement être augmentée par une conception rationnelle de l'ensemble du système. Ce sont, entre autres, les portes palières fermant le quai en l'absence de trains dont l'introduction a permis un fort progrès dans le sens de la diminution des accidents. Pour un coût très faible (quelques millièmes de l'investissement global d'une ligne nouvelle), cette technique a fait faire un bond spectaculaire à la sécurité des passagers lors de l'attente des trains et lors de l'embarquement. Elle constituera (ou des systèmes au moins équivalents) une norme de qualité dans le futur et une référence de niveau de sécurité.

Les portes palières ne sont pas les seules à avoir joué un rôle positif pour la sécurité. Toute l'architecture logique de l'automatisme intégral et tous les circuits ont été minutieusement étudiés pour ne laisser que le minimum de prise à des défauts de sécurité. Les expertises et les calculs tout d'abord, l'expérience de plusieurs années ensuite ont montré qu'on aboutissait à un résultat tout à fait satisfaisant, en particulier parce que les erreurs dues aux interventions humaines sont beaucoup moins possibles que dans un système classique.

Il ne faut pas penser cependant que tout accident soit impossible dans un métro sans conducteur. Mais le poids des défaillances humaines possibles a considérablement diminué. Ce n'est qu'en termes de probabilité qu'on peut parler des risques encourus par les passagers et les études très poussées de la probabilité de l'occurrence des situations susceptibles d'engendrer des accidents sont suffisamment fiables pour qu'on puisse avoir l'assurance d'atteindre un niveau tout à fait convenable.

Le public ne s'y est pas trompé qui apprécie, pensons-nous, fortement les résultats obtenus et qui est loin d'avoir en face des techniques en cause les peurs irraisonnées que prédisaient certains sceptiques.

Mais l'automatisme n'est pas venu seul. Il a été accompagné dans la majorité des cas d'une remise en cause complète de la conception de bien des éléments d'un métro et de son exploitation. Toute la stratégie de l'emploi du personnel a été revue et d'autres changements ont eu lieu, en particulier dans la relation avec les voyageurs (accueil, information, surveillance de la délinquance, etc). Il nous paraît symptomatique que les enquêtes faites à Lille par la Communauté urbaine ont mis l'accent sur le niveau social moyen des passagers, plus élevé en moyenne qu'ailleurs. C'est dire qu'une conception globale nouvelle, née à partir de l'idée d'automatisme, a amélioré sensiblement le "statut" du métro, son image pour son public qui n'est plus comme ailleurs, un simple public de "captifs".

Si l'objectif commercial était, à l'origine des années 70, assez secondaire dans l'esprit des promoteurs de ces nouveaux systèmes à automatisme intégral, il est devenu

en réalité un des atouts importants vis-à-vis des décideurs politiques du monde moderne. D'autres performances que la sécurité ont aussi joué en faveur du redressement de l'image du métro après la suppression des conducteurs: vitesse commerciale accrue, confort augmenté, réduction des attentes en station, en particulier aux heures creuses, etc.

### III - POURQUOI CERTAINS ECHECS ?

A côté de réussites éclatantes telles que celle du VAL, consacré maintenant par ses succès sur le plan mondial, il y a un certain nombre de tentatives moins heureuses sur lesquelles il peut être intéressant de tenter un avis personnel.

Pour les expliquer, d'abord et avant tout, avançons l'idée suivante: le marché du métro sans conducteur n'existait pas en 1970 et son succès n'était pas évident il y a vingt ans. D'où la réserve prudente de beaucoup et le fait que certains industriels ont lancé quelques ballons d'essai sans persévérer alors qu'ils avaient de bonnes idées; mais il leur a manqué l'audace ou la conviction suffisante pour "tenir la distance", ainsi que l'appui sans défaillance d'hommes politiques convaincus de l'excellence de l'idée et décidés à aller jusqu'au bout (en écrivant cela nous pensons au rôle essentiel joué par le Président Arthur Notebart dans le succès du métro de Lille).

Il y a eu aussi les demi-tentatives: celles qui ont consisté à concevoir un système d'automatisme intégral sans oser vraiment supprimer le conducteur. Sans doute c'est le manque de confiance et de courage des maîtres d'ouvrage, voire des organismes gouvernementaux qu'il faut incriminer dans cette politique incomplète. On a alors abouti à des systèmes où l'on a fait les trois quarts de la dépense (l'automatisme intégral sans certaines redondances par exemple), sans obtenir l'essentiel des avantages: solutions bâtarde et sans aucun doute comme telles, dénuées d'avenir. Tout au plus ces solutions peuvent-elles frayer la voie vers une solution complète. La Grande-Bretagne et dans une certaine mesure l'Allemagne se sont engagées dans de telles voies.

D'autres difficultés sont nées d'une insuffisante préparation du système. Lorsque la mise en route publique se fait trop tôt, ou ne peut plus sans de graves difficultés retoucher le système et tout arrêt de quelque durée est très mal ressenti après l'ouverture officielle au public. D'où (c'est le cas d'AIRTRANS à l'aéroport de Dallas-Fort Worth) plusieurs années de mise au point déplorables pour les usagers, altérant l'image du système.

Il y a eu aussi les tentatives que nous qualifierions en disant qu'elles étaient lancées par ceux qui voulaient "en faire trop". Il était essentiel, certes, de repenser le système dans son ensemble. Il était inutile de changer tous les composants et de tout revoir alors qu'il y avait beaucoup de bons composants utilisables dans le métro classique. Ces tentatives ont porté sur l'utilisation de techniques comme le coussin d'air, le moteur linéaire, la sustentation magnétique. De ce type, il n'y a guère qu'une tentative qui ait abouti (celle de l'U.T.D.C.) mais cela a coûté fort cher

aux promoteurs publics de l'opération (l'état de Ontario au Canada). Il semble aujourd'hui que si le système fonctionne correctement, il n'apporte guère d'avantages par rapport au roulement sur voie ferrée traditionnelle et reste inférieur au roulement sur pneus en matière de bruit et vibrations.

Les tentatives portant sur la sustentation magnétique ont connu récemment un fort engouement. Aucune n'a encore commercialement percé et un certain désenchantement se manifeste chez certains de ses promoteurs. Non pas que cette technique de sustentation soit en soi un échec. Mais là encore, nous pouvons nous demander si ajouter ce "progrès" aux autres (automatisme intégral par exemple) est bien nécessaire. La justification économique de ce type de sustentation nous paraît être plutôt dans les très grandes vitesses et on peut penser que faute de trouver des applications simples dans les grandes vitesses (cela coûte si cher ! ) les promoteurs de la sustentation magnétique se rabattent sur les applications urbaines pour un bon démarrage commercial et pour faire connaître leurs techniques à moindre frais.

Il y a eu aussi les cas où le couple "fonctions à remplir - marché concerné" a été mal ajusté. C'est à nos yeux et après analyse les raisons qui ont conduit à l'arrêt du programme ARAMIS. Techniquement tel qu'il était parti, c'est à dire avec nombre de fonctions nouvelles très différentes de celles des exploitations classiques, il aboutissait à un produit sans marché véritable malgré les analyses initialement menées par l'Administration. Simplifié, ce système pouvait trouver un marché dans le bas de gamme du métro classique ou du métro VAL. Bref, ce n'est que plus tard, espérons-le, qu'on pourra rebâtir sagement le cahier des charges socio-économiques à remplir par un mini-métro automatique" adapté aux rabattements vers le gros réseaux ou aux dessertes de petites agglomérations.

## EN GUISE DE CONCLUSION PROVISOIRE.

Aujourd'hui le marché du métro sans conducteur s'ouvre. La situation est donc tout à fait différente de celle d'il y a vingt ans. Il a quelques références mondiales incontestables dans le domaine du métro urbain: modestement WESTINGHOUSE avec MIAMI, très nettement U.Y.D.C. avec VANCOUVER, TORONTO et DETROIT et surtout VAL avec LILLE et JACKSONVILLE. Ce sont ces systèmes qui constituent "la norme" des prescripteurs publics. Derrière eux, les candidats ne manquent plus, les Japonais en particulier qui n'ont pas encore obtenu le niveau de performances des précédents mais qui pourraient faire de nouveaux pas dans le sens souhaité par la clientèle.

Les exploitants de métros classiques s'interrogent. La communauté urbaine de Lyon a été la première à faire basculer un métro classique déjà en construction vers l'automatisme intégral. Paris, Londres et d'autres grandes villes pensent fortement à transformer leurs anciennes lignes par l'automatisation intégrale et cela, malgré les

problèmes sociaux qui pourraient en résulter, s'ils ne sont pas convenablement traités.

Il n'est sans doute pas anormal, sur un plan tout à fait général, de voir que l'on est parti de considérations techniques - ce que les progrès de l'automatique et de l'informatique pouvaient apporter aux métros- et que l'on en arrive à privilégier finalement les aspects économiques (réduire les déficits d'exploitation) et les aspects humains de ces nouveaux procédés.

Parmi ces aspects humains, les uns concernent le voyageur, son agrément, sa sécurité. Les autres concernent les personnels de l'exploitation, leurs métiers enrichis et transformés.

Qu'il faille avoir le plus grand soin des problèmes des hommes ne signifie pas qu'il faille verser dans l'immobilisme ou le conservatisme. L'exemple des métros sans conducteurs nous paraît montrer que le sens des besoins humains peut être largement pris en compte dans l'introduction des nouvelles techniques. Les hommes changent, vivent autrement qu'hier. Ils ne veulent plus des modes de vie d'hier, des métiers d'hier. C'est de cette constatation qu'il faut partir pour satisfaire leurs aspirations. L'informatique y peut quelque chose et c'est tant mieux.